

INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA – CENTRO DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA

ÁREA DE HIDROLOGÍA

Dra. Ing. LETICIA VICARIO

Evaluación de sequías hidrometeorológicas en la estación Marcos Juárez, perteneciente a una cuenca de llanura de la provincia de Córdoba.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad hidrometeorológica y particularmente los fenómenos hidrológicos extremos, tales como los distintos tipos de sequía afectan de manera recurrente a la región central pampeana de la Argentina.

La escasez de precipitaciones (valores observados menores a los esperados o medios) en un área y en un período de tiempo determinado constituye un proceso hidrológico extremo denominado "sequía". Todos los lugares del planeta están sujetos a la eventual ocurrencia de estos procesos, incluso las áreas típicamente lluviosas (Dracup *et al.*, 1980). Estos fenómenos pueden ser detectados utilizando información de diversas variables según la clasificación de Wilhite y Glantz (1985): a) la precipitación (sequía meteorológica), b) la humedad del suelo (sequía agrícola), c) la escorrentía superficial (sequía hidrológica) y d) datos económicos o personales para evaluar los daños a la población de una zona afectada por la escasez de lluvias (sequía socioeconómica) (Vicario *et al.*, 2015).

Para la evaluación y monitoreo de las sequías hidrometeorológicas a nivel de cuenca, la precipitación es considerada la variable principal a tener en cuenta, por lo cual es conveniente contar con series de datos históricos consecutivos de una longitud considerable, con la finalidad de observar distintas características del fenómeno.

Se destaca la importancia de estudiar y buscar nuevas herramientas de estimación de datos de precipitaciones a nivel de cuenca, tal como el uso de información remota registrada por satélites.

En noviembre de 1997 comenzó la misión satelital TRMM (por sus siglas en inglés de la Misión Tropical de Medición de Precipitaciones) desarrollada en forma conjunta entre la NASA y la agencia japonesa de exploración aeroespacial: JAXA, con el fin de estudiar las precipitaciones para investigaciones climatológicas.

Estos datos admiten aplicaciones para la evaluación de la dinámica hidrológica, en distintas regiones (Campos *et al.*, 2014). Rasmussen *et al.*, (2013) mostró que es necesario examinar el sesgo de los valores obtenidos por TRMM ya que puede afectar la percepción de la climatología y de la hidrología en regiones relativamente áridas.

Este trabajo se basa en lo observado por Vicario (2017) al utilizar datos de precipitaciones de TRMM para el cálculo de un índice representativo de las

sequías meteorológicas, el cual implica una normalización de los valores y por ende el sesgo es desestimado. De esta manera se considera que es posible evaluar la evolución temporal de las sequías hidrometeorológicas a través de un índice pertinente, utilizando información de sensores remotos previamente validada.

Dado el carácter agrícola-ganadero de la región pampeana de Argentina y teniendo en cuenta que allí se localizan importantes ciudades, se considera que el análisis y evaluación de las sequías en dicha región adquiere gran relevancia en el plano socio-económico y en el de la planificación estratégica de los Recursos Hídricos (Vicario et al., 2014).

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Carcarañá el cual se localiza en el centro-sudeste de la provincia de Córdoba, atraviesa el sur la provincia de Santa Fe para desembocar en el río Paraná. El río Carcarañá, drena un área de aproximadamente 60000 km², según nuevas técnicas de medición.

En esta cuenca se encuentra emplazada la estación pluviométrica Marcos Juárez (32°25'LS y 62°06'LO), (Figura 1), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, la cual posee datos observados desde el año 1980 hasta 2009.

INFORMACIÓN UTILIZADA

Para el análisis de sequías en la estación Marcos Juárez, se utilizó la serie de precipitaciones mensuales observadas. Esta serie tiene 30 años de registros y se extiende hasta 2009.

Con la finalidad de prolongar la serie de precipitaciones existentes, se utilizaron valores de precipitaciones estimadas a través de la TRMM (Fuente: NASA, 2018) en la misma ubicación geográfica (definidas por coordenadas) correspondiente a la estación con registros en superficie. Se obtuvieron datos de precipitaciones mensuales a partir del año 2010 hasta el año 2017.

ÍNDICE SPI

Para evaluar las sequías hidrometeorológicas se utiliza el Índice estandarizado de precipitaciones, SPI (por sus siglas en inglés: Standardized Precipitation Index) propuesto por McKee *et al.* (1993). El SPI fue diseñado para mejorar la detección del comienzo de la sequía y para el monitoreo de la misma; el mismo se fundamenta en las probabilidades de ocurrencia de precipitación para un período dado. La Organización Meteorológica Mundial (2012) indica que el cálculo del SPI para una localidad se basa en el registro de precipitaciones a largo plazo para un período deseado, sin considerar otras variables tales como las condiciones del suelo o la evapotranspiración. Dicho registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidades y a continuación se transforma en una distribución normal de modo que el SPI medio para la localidad y el período deseado sea cero (Edwards y McKee, 1997).

Este índice puede estimarse en distintos intervalos del tiempo (2, 6, 9 o 12 meses). Los valores de clasificación para el SPI se presentan en la Tabla 1.

Velasco y Aparicio (2004) mencionan que es el índice que sintetiza más apropiadamente las características de la sequía como fenómeno natural, partiendo del principio de que la precipitación pluvial (lluvia) es parte fundamental del ciclo hidrológico.

Se define una sequía cuando el SPI es continuamente negativo y alcanza un valor de 1,0 o inferior, y continúa hasta que el SPI se torna positivo. La duración de la sequía es definida por el intervalo entre el comienzo y el final del período.

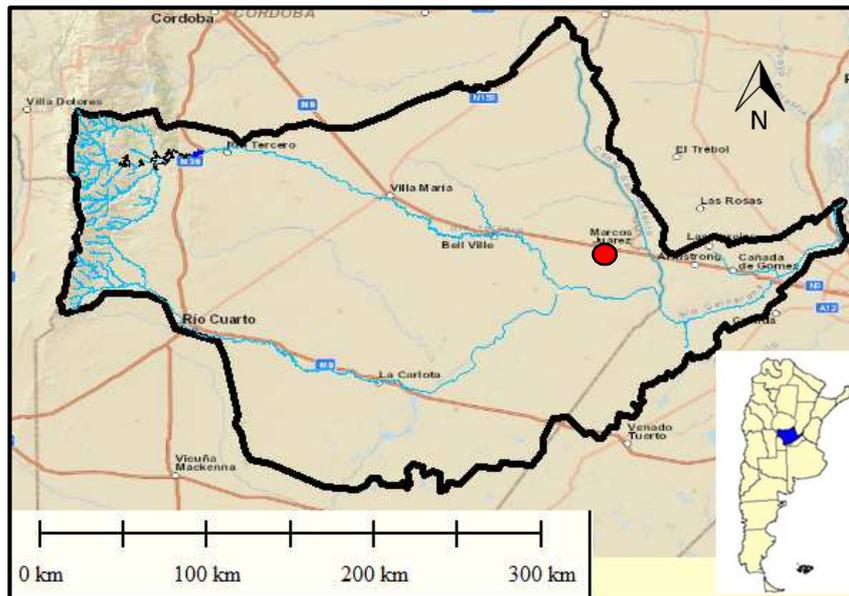


Figura 1. Cuenca del río Carcarañá y ubicación de la estación pluviométrica Marcos Juárez (marca roja)

Tabla 1. Valores característicos del índice estandarizado de precipitación (SPI) (McKee et al., 1993)

Valor SPI	Categoría de sequía
>2,00	Extremadamente húmedo
1,99 a 1,50	Muy húmedo
1,49 a 1,00	Moderadamente húmedo
0,99 a -0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Sequía moderada
-1,50 a -1,99	Sequía severa
<-2,00	Sequía extrema

RESULTADOS

En la Figura 2 se observa la serie completa de los valores del índice SPI (12 meses) para el periodo 1980-2017 estimados con la serie de datos observados (1980-2009) y completada con datos de precipitaciones obtenidas con TRMM hasta el año 2017.

Se pudieron observar periodos de sequías severas y extremas hacia finales de la década del '80 y principios de la década del '90 y hacia la segunda mitad de la década del '90 de manera alternada hasta el año 2000.

También se observan periodos de sequías intensas en torno a los años 2008-2009, 2011-2012 y del año 2014.

Luego se observa que a partir del año 2017 comienza un período descendente, aunque se mantiene dentro de la clasificación del SPI como "normal", se considera necesario la evaluación a corto plazo para determinar la evolución de las características de dicho período.



Figura 2. Índice SPI (12 meses) obtenida a partir de registros observados y estimados de TRMM, en la estación Marcos Juárez. Periodo 1980-2017. Se destacan los periodos con sequías severas y extremas.

Luego, al analizar la frecuencia de ocurrencia de los distintos períodos clasificados según las categorías del índice SPI (Figura 3), es posible observar que luego de los períodos "normales" cuya frecuencia es notablemente superior al resto, es seguido por los períodos húmedos y secos definidos como moderados, respectivamente. Existen períodos severos y extremadamente secos, en menor medida.

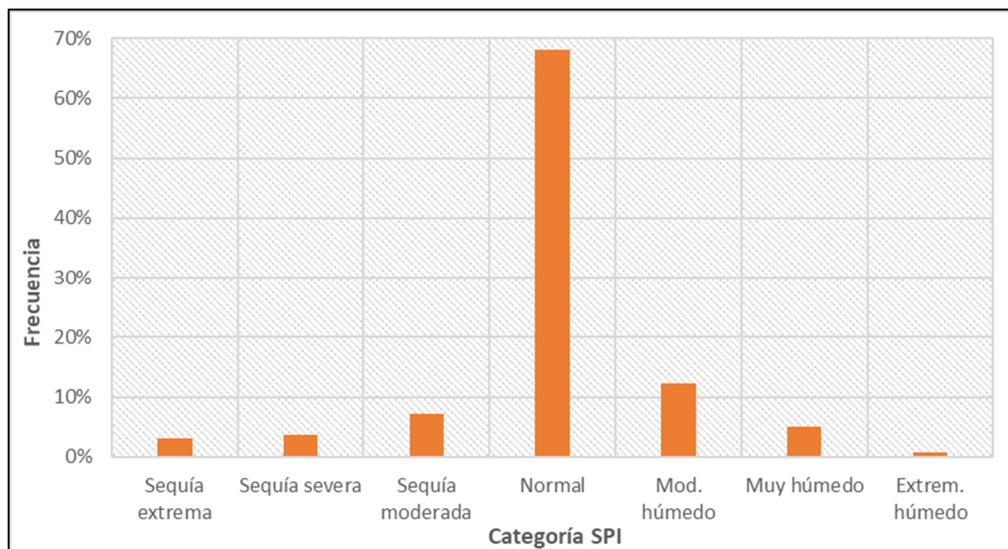


Figura 3. Frecuencia de las distintas categorías del índice SPI (12 meses) en la estación Marcos Juárez. Período 1980-2017.

CONCLUSIONES

Fue posible extender 18 años la serie calculada a partir de datos observados de un índice representativo de sequías hidrometeorológicas, tal como el SPI, en la estación Marcos Juárez, con la utilización de datos de precipitaciones estimadas por TRMM en la misma localización.

De esta manera se logró obtener una serie del índice SPI de 38 años; lo que permite observar los periodos secos intensos (además de periodos húmedos, entre otros) en una estación de una cuenca de gran interés regional, tal como lo es la cuenca del río Carcarañá.

Se observa la ocurrencia periodos de sequías moderadas hasta extremas tanto como de periodos húmedos de distintos niveles, lo cual evidencia la necesidad considerar los extremos hidrológicos de manera integral, para la gestión y planificación de los recursos hídricos en el área de estudio.

Para citar este informe: Vicario, Leticia. 2018. Evaluación de sequías hidrometeorológicas en la estación Marcos Juárez, perteneciente a una cuenca de llanura de la provincia de Córdoba. Informe interno INA-CIRSA. Sitio web: <https://www.ina.gov.ar/cirsa/index.php?seccion=4>

REFERENCIAS

- Campos, A. N, Figueroa Schibber, E. y García, A. G. 2014. Evaluación de la información satelital para el estudio de la dinámica hidrológica de la Llanura Pampeana. 2° Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. Instituto Nacional del Agua. Buenos Aires, Argentina.
- Dracup, J.A, Lee, K.S. y Paulson, E.G. jr. On the definitions of drought. WRR. Vol.16, núm. 2, 1980, pp. 297-302.
- Edwards, D. C. and McKee T. B. 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report 97-2, Departamento de Ciencia Atmosférica, Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado.
- McKee, T.B., Doesken N. J. and Kliest, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, Anaheim, CA. American Meteorological Society. Boston, MA. 179-184.

- NASA Homepage 2018. Sitio web: <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> (consulta: febrero de 2018)
- Organización Meteorológica Mundial. 2012. Índice normalizado de precipitación Guía del usuario © OMM-No 1090. ISBN 978-92-63-31090-3.
- Rasmussen, K. L., Choi, S. L., Zuluaga, M. D. and Houze R. A. Jr. 2013. TRMM precipitation bias in extreme storms in South America. *Geophysical Research Letters*, 40, 3457–3461, doi:10.1002/grl.50651.
- Velasco I. y Aparicio, J. 2004. Evaluación de índices de sequía en las cuencas de afluentes del río Bravo/Grande. *Ingeniería Hidráulica en México*, XIX (3), 37-53.
- Vicario, L.; García, C.M.; Teich, I.; Bertoni, J.C.; Ravelo, A.; Rodríguez, A. 2015. "Caracterización de las sequías meteorológicas en la región central de la Argentina". *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*. ISSN 2007-2422. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Vol. 6. Nº (1), pp 155-167.
- Vicario, L.; García, C.M.; Teich, I.; Dasso, C. 2014. Variabilidad de las sequías hidrometeorológicas en la región central de la Argentina. *Memorias del IV Taller de Regionalización de precipitaciones Máximas*. ISBN 978-987-45745-0-3. Provincia de Tucumán. Argentina
- Vicario, L. 2017. Tesis Doctoral: "Identificación y evaluación de sequías en cuencas seleccionadas de la Región Centro de Argentina". FCEFN-UNC. Mayo del año 2017.
- Wilhite, D.A. and Glantz, M. H. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, vol. 10: 111-120.